

T4T «1»

Exp (1)

خط نقل له ثوابت أولية التالية:

$$R = 23 \Omega / \text{km}$$

$$G = 4 \text{ S/km}$$

$$L = 125 \text{ mH/km}$$

$$C = 48 \text{ nF/km}$$

① احسب معامل الانتشار γ عند تردد 100 Hz 5 KHz

② احسب التوهين α عند تردد 15 KHz

③ احسب المعاوقة المميزة Z_0 الكفائية Z_0 عند الترددان

15 KHz (i) 5 MHz (ii) 10 MHz (iii)

(4) احسب الثوابت A و B في معادلة الجهد عند 15 KHz ومن ثم اكتب

معادلة الجهد مبينا الموجة الساقطة والموجة المنعكسة

و $V_0 = 100 \text{ V}$ وباعتبار أن الخط ذو موجة لا قطب فقط

- solution -

① عند 100 Hz

$$R + j\omega L = (23 + j0.08) \Omega / \text{km}$$

$$G + j\omega C = (4 + j0.03) \text{ mS/km}$$

$$\gamma = \sqrt{(23 + j0.08)(4 + j0.03)} = 9.59 + j0.05$$

b - عند 15 KHz

$$R + j\omega L = 23 + j11.9$$

$$G + j\omega C = 4 + j4.52$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = 9.86 + j7.7$$

② معامل التوهين α عند 15 KHz

بـ ① - بالاجوع لحل

$$\gamma = \alpha + j\beta = 9.86 + j7.7$$

$$\therefore \alpha = \underline{9.86} \text{ neper/m}$$

③ Z_c عند تردد 15 KHz

$$Z_c = \sqrt{\frac{23 + j11.78}{4 + j4.52}} = 2 - j0.38 = \underline{2 \angle -10.7}$$

$$R + j\omega L = 23 + j3926.99 \text{ } 6.5 \text{ MHz عند (ii)}$$

$$G + j\omega C = 4 + j1508$$

$$\therefore Z_c = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = 1.6 \angle -0.04 \text{ } 10 \text{ MHz عند } Z_c \text{ (ii)}$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{23 + j7853.98}{4 + j3016}} = 1.6 \angle -0.04$$

$$\gamma \text{ at } 15 \text{ KHz} = 9.86 + j7.7 \quad \textcircled{4}$$

$$Z_c \text{ at } 15 \text{ KHz} = (2 - j0.38) \Omega$$

$$V_0 = 100 \text{ V}$$

$$I_0 = \frac{V_0}{Z_c} = \frac{100}{2 - j0.38}$$

$$A = \frac{V_0 + I_0 Z_c}{2} = 100$$

$$B = \frac{V_0 - I_0 Z_c}{2} = 0$$

$$-(9.86 + j7.7)x$$

$$V = A e^{-\gamma x} + B e^{\gamma x} \Rightarrow (2) \quad V = 100 e^{-\gamma x}$$

\downarrow الموجة الساقطة \downarrow الموجة المنعكسة

Exp (2)

خط نقل بقدرة 2 neper per km ما هو الفقد بالـ dB
لطول 10 Kilometers

Solution

$$\alpha = 2 \text{ neper per km, for } 10 \text{ km} = 20 \text{ neper}$$

$$\alpha_{dB} = 8.686 * 20 = \underline{173.72 \text{ dB}}$$

Exp (3)

خط نقل ثنائي شحنة بوسطه كوابل محورية بطول 10 km
مواصفات الخط كالآتي:-

$$\begin{aligned} \text{Loop Resistance per unit length} &= 2.08 \Omega/\text{km} \\ \text{Loop Inductance per} &= = = 1.3 \text{ mH/km} \\ \text{shunt conductance} &= = = 7.7 \text{ S/km} \\ &= \text{capacitance} = = = 6 \text{ nF/km} \end{aligned}$$

إذا كان الخط يعمل بتردد قدره 5 KHz

احسب:-

- i - المعاوقة المميزة (الكهاسية) للخط Z_c
- ii - أوجر الشوطين ومعامل الطول للخط
- iii - هل يمكننا، بالاعتماد على الخط بدون حرون تشويه

Solution:-

$$(i) R + j\omega L = 2.08 + j40.8$$

$$G + j\omega C = 7.7 + j0.19 * 10^{-3}$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = 1.67 + j1.6 \Omega = 2.3 \angle 43.5^\circ$$

(3)

$$(ii) \gamma = \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)} = 12.85 + j12.2$$

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

$$\therefore \alpha = \underline{12.85} \text{ neper/km}$$

$$\therefore \beta = \underline{12.2} \text{ rad/m}$$

(iii) يمكن إرسال دون تشويه عند اثنان التوازيين R و L عليه الخط

$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C}$$

لك في هذا الخط

$$\frac{R}{L} \neq \frac{G}{C}$$

لا يمكن إرسال دون تشويه

Exp(4)

خبر نقل بعاقوقه معينه «خبر نسبه».

$$Z_c = 63.26 - j 12.17$$

و مقاومه حلقه $23 \Omega/\text{km}$ و موصله متوازيه 4 S/km
او جد معامل التوهين لهذا الخط.

Solution

$$d = \frac{R}{2 \operatorname{Re}[Z_c]} + \frac{G |Z_c|^2}{2 \operatorname{Re}[Z_c]} \quad \text{بالرجوع للعلاقه}$$

الجزء الحقيقي للمقاومه Z_c

يتعويض القيمه للبارميشران نجد ان معامل التوهين يساوي

$$\alpha = 131.4 \text{ nepex/m}$$

Exp(5)

مخطط نقل معاوقة هينري (Z) مقارن
 $14.719 - j1.27 \times 10^{-5}$ و معامل انتشار $0.0707 + j5549.16$
 عند تردد 10 MHz - solution -

من أجل تحديد عناصر خط نقل أي إيجاد القوائيم
 R و L و G و C .

من العلاقات التالية يمكن إيجاد هذه القوائيم

$$R = \alpha R_0 - \beta X_0$$

حيث أن $R_0 =$ الجزء الحقيقي من المعاوقة المميزة «المقاومة»
 $X_0 =$ التخييل $= 0 =$ «التخيلية»

$$Z_c = 14.719 - j1.27 \times 10^{-5} = 14.72 - j0.187 \times 10^{-3}$$

$$\textcircled{a} R = (0.0707 * 14.72) - (-0.187 * 10^{-3} * 5549.16) = 2.08 \Omega/\text{km}$$

$$\textcircled{b} L = (\beta R_0 + \alpha X_0) / \omega = \frac{5549.16 * 14.72 + (-0.187 * 10^{-3} * 0.0707)}{2\pi * 10 * 10^6}$$

$$L = 1.3 * 10^{-3} \text{ H/km}$$

$$\textcircled{c} G = \frac{\alpha R_0 + \beta X_0}{R_0^2 + X_0^2} = \underline{7.7 * 10^{-6}} \text{ S/km}$$

$$\textcircled{d} C = \frac{\beta R_0 - \alpha X_0}{\omega(R_0^2 + X_0^2)} = \underline{6 * 10^{-9}} \text{ F/km}$$

TuT(2)

Exp(6)

اوجد الحثية الملقية «L» والسعة المتوازية «C» لتبيل خالي التشويه distortionless له معاوقة مميزة $Z_c = 14.72 - j0.187 \times 10^{-3} \Omega$

$$\gamma = 0.0707 + j5549.16$$

ويعمل عند تردد 10 MHz

- Solution -

بما ان السيل خالي من التشويه و «>>» $R_0 \gg X_0$ فيمكن حساب L و C من العلاقات التالية
 \downarrow
 من العلاقة

$$L = PR_0/\omega = 8.2 \times 10^{-3} \text{ H/km}$$

$$C = PR_0/\omega R_0^2 = 3.8 \times 10^{-5} \text{ F/km}$$

دوقد منخفض وي عمل عند 10 MHz

Exp(7)

خط نقل بالمواصفات التالية

$$R = 2.08 \Omega/\text{km} \text{ و } L = 1.3 \times 10^{-3} \text{ H/km}$$

$$G = 7.7 \times 10^{-6} \text{ S/km} \text{ و } C = 6 \times 10^{-9} \text{ F/km}$$

اوجد سرعة الطور وسرعة المجموعة

و معاود التوهين و معاود الطور

Solution

$$V_{ph} = \left[1 - \frac{1}{2} \left[\frac{R}{2\omega L} - \frac{G}{2\omega C} \right] \right] / \sqrt{LC}$$

$$\therefore V_{ph} = 358054.9$$

$$V_g = \left[1 - \frac{1}{2} \left[\frac{R}{2\omega L} - \frac{G}{2\omega C} \right]^2 \right] / \sqrt{LC}$$

$$V_g = 358057.4$$

$$\alpha_{\text{معامل التوهين}} = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\alpha = 0.06$$

$$\beta = \omega \sqrt{LC} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{R}{2\omega L} - \frac{G}{2\omega C} \right) \right]$$

$$\beta = 175.5$$

Exp(8)

كابل نقل مصنوع من مواد عازلة مثالية له المواصفات التالية:

$$R = 23 \Omega \text{ km}^{-1} \text{ و } L = 125 \mu\text{H km}^{-1} \text{ و } C = 48 \text{ nF km}^{-1}$$

أوجد معامل التوهين والطور والمقاومة المميزة إذا كان يعمل عند تردد 15 KHz

- Solution :-

كما أن المواد العازلة مثالية إذن $G = 0$

لايجاد α و β و Z_0 نستخدم العلاقات التالية:

$$\alpha = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} = 0.225$$

$$\beta = \omega \sqrt{LC} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{R}{2\omega L} \right)^2 \right] = 0.34$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \left(1 + \frac{1}{8} \frac{R^2}{\omega^2 L^2} \right) - j \sqrt{\frac{L}{C}} \frac{R}{2\omega L}$$

$$Z_0 = 75.34 - j49.8$$

Exp(9)

خط نقل
المشروع له ملفان تحيد على
المشروع مع د سلاك و ثم قياس الشوائب الأولية ووجد
كالآتي :-

$$R = 2 \Omega, L = 500 \mu H$$

$$G = 200 \mu S, C = 50 nF$$

او وجد معدل التوهين والمعاوقة الخاصة بـ Z_c يقيسها
الآتي :-

Solution

اولاً نحسب التوهين في الخط :-

$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C} \Rightarrow \frac{2}{500 \times 10^{-3}} = 4000$$

$$\frac{200}{50 \times 10^{-6}} = 4000$$

اذن الخط عديم التوهين في هذا الحاله نحسب α
و بالعلاقه الآتيه :-

$$\alpha = R/2Z_c + \frac{1}{2}GZ_c$$

$$Z_c = \sqrt{L/C} = \underline{\underline{100 \Omega}}$$

$$\alpha = \frac{2}{2 \times 100} + \frac{1}{2} 200 \times 10^{-6} \times 100 = \underline{\underline{0.2}}$$

TUK(3)

- معاملات الشبكة الموزعة :-

أيجاد الثوابت الأساسية حسب المواصفات الفيزيائية للموصل.

(1) خط النقل متوازي للسلالات

$$R = \frac{1}{\pi a} \sqrt{\frac{\pi f \mu_a}{\sigma_a}}$$

مقاومة R للسلالة
← σ موصليته المادية النوع منها السلالة

$$L_i = \frac{1}{\pi \omega a} \sqrt{\frac{\pi f \mu_a}{\sigma_a}}$$

الحثية الداخلية في السلالة

$$G = \pi \sigma_a \sqrt{\cos^{-1}(d/2a)}$$

$$\cos^{-1} \frac{d}{2a} = \ln \left[\frac{d}{2a} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{2a}{d} \right)^2} \right] \right]$$

$$C = \pi \epsilon_d / \cos^{-1}(d/2a)$$

$$L = \frac{\mu_d}{\pi} \cos^{-1}(d/2a)$$

حيث $a \Leftarrow$

$a \equiv$ نصف قطر السلالة

$\mu_a \equiv \mu_0 \mu_r$ نفاذية السلالة

$\sigma_a \equiv$ موصليته السلالة

$\sigma_d \equiv$ موصليته العازل بين السلكين

النفاذية المطلقة

$\epsilon_d \equiv \epsilon_r \epsilon_0$ سماحية الوسط العازل بين السلكين

النفاذية النسبية

$\mu_d \equiv$ نفاذية الوسط = = =

μ_0 / μ_r

النسبة للعازل

$d \equiv$ المسافة بين محوري السلكين

المعاجمة المطلقة

↑

ϵ_r

↑ المعاجمة النسبية

للعازل

EXP(1)

خط نقل متوازي الأسلاك مصنوع من النحاس ومغطى

بغلاف عازل PVC أحسن التوافق الأولي لحمل النقل

Copper: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$, $\mu_r = 0.999$, $\sigma_c = 401 \text{ S/m}$

PVC: $\sigma_{PVC} = 0.19 \text{ S/m}$, $\epsilon_r = 4$, $\epsilon = 10^{-12} \times 8.854 \text{ F/m}$

إذا علم أن المسافة بين الأسلاك 1.5 mm والمسافة بين

الأسلاك 6 mm وبعد عن تردد 300 kHz

Notes

Solution:-

بتطبيق العلاقات أعلاه وبإستبدال

$$\cos^{-1} \frac{d}{2a} = \ln \left[\frac{d}{2a} \left[1 + \sqrt{1 - \left[\frac{2a}{d} \right]^2} \right] \right]$$

نحصل على القيمة التالية للتوازي الأولي:

$$R = 11.5 \text{ } \Omega/\text{m}, L = 0.53 \text{ } \mu\text{H}/\text{m}, C = 844 \text{ nF}/\text{m}$$

$$G = 0.68 \text{ S}/\text{m}, Li = 6.1 \text{ } \mu\text{H}/\text{m}$$

(2) الكوابل المحورية

لا يحدد التوازي الأولي للكوابل المحورية من الصفات الكهربائية للموصل والعازل.

$$R = \left(\frac{1}{2\pi a} + \frac{1}{2\pi b} \right) \cdot \sqrt{\frac{\pi F \mu_c}{\epsilon_0}}$$

حيث أن a و b هما نصف قطر الموصل الداخلي والخارجي على التوالي.

$\mu_c =$ موصلية الموصل | $\epsilon_c =$ تقاويه الموصل

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{b}{a}, \quad C = \frac{2\pi \epsilon_d}{\ln \frac{b}{a}}, \quad G = \frac{2\pi \sigma_d}{\ln \frac{b}{a}}$$

$\mu_0 =$ التقاويه المطلقة | حيث $\sigma_d =$

$4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ وهي تساوي $\sigma_d =$ موصلية العازل

$\epsilon_d =$ السماحية للعازل وهي تساوي بين السلكين.

السماحية النسبية $\leftarrow \epsilon_0 \epsilon_r$ السماحية المطلقة للعازل

Exp(2)

خط نقل من الكوابل المحورية المستوعبة من النحاس ويعزل

الموصل الداخلي 1.5 mm من الخارج 4 mm مادة من

Polyfluoroethylene (PFE) بخواصها الكهربائية المشابهة.

PFE: $\sigma = 0.25 \text{ S/m}$, $\epsilon_r = 2.01$, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$

ppr: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$, $\mu_r = 0.999$, $\sigma = 401 \text{ S/m}$

يعمل الكابل عند تردد 100 MHz

solution

أولاً نوجد تقاويه الموصل μ_c

$$\mu_c = \mu_0 \mu_{rc} \leftarrow \begin{matrix} \text{تقاويه} \\ \text{الموصل النسبية} \end{matrix}$$

ونوجد ϵ_d السماحية للعازل PFE

$$\mu_d = \mu_0 \mu_{rd} \leftarrow \begin{matrix} \text{تقاويه النسبية} \\ \text{العازل} \end{matrix}$$

$$\mu_c = 1.25 \times 10^{-6}$$

$$\mu_d = \frac{1}{\mu_r} \times \frac{4\pi \times 10^{-7}}{\mu_0} = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

ونوجد ϵ_d

$$\epsilon_d = \epsilon_r \epsilon_0$$